

氏名 松 田 恵美子

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 理 学

学位授与番号 博乙第3711号

学位授与の日付 平成14年 3月25日

学位授与の要件 博士の学位論文提出者

(学位規則第4条第2項該当)

学位論文の題目 Experimental study of J/ψ production in the two-photon process at TRISTAN

(トリスタン実験での二光子過程による J/ψ 粒子生成反応の実験的研究)

論文審査委員 教授 中野 逸夫 教授 田村 詔生 教授 山崎比登志

学位論文内容の要旨

電子・陽電子衝突型加速器を用いた実験で、二光子過程から生成される J/ψ 粒子 (質量 $3097 \text{ MeV}/c^2$) の解析を世界で初めて行った。二光子過程とは、電子および陽電子ビームから放出された二つの光子が起こす反応を言う。中でも、衝突する二光子の重心系エネルギーが大きい領域では (～数 GeV)、光子から強い相互作用を担うグルーオンやクォークが融解 (resolved) して反応に関わってくることが知られている。このような光子の構造関数は量子色力学 (QCD) によって求められることが期待されるが、特に、光子の中のグルーオン成分に関しては、強い相互作用を記述する QCD の高次の影響が大きいため、理論計算による決定が難しく、かつ実験データも不足している。今回、 J/ψ 粒子の生成反応を見ることで、QCD の高次の影響が大きいために理論計算による決定が難しく、従来間接的にしか測られていなかった光子のグルーオン成分に関して、直接、かつ、より高次効果の大きい領域に踏み込んで、その関与の程度を測ることを目的とした。

高エネルギー加速器研究機構 (旧高エネルギー物理学研究所) にある、電子・陽電子衝突型加速器 TRISTAN (トリスタン) を用いた VENUS (ビーナス) 共同実験グループに参加し、1987年から1995年に VENUS 検出器で集められたデータを解析した。データとしたビームの重心系エネルギーは $55 \sim 64 \text{ GeV}$ (平均 58 GeV)、積算ルミノシティは 357 pb^{-1} であった。解析の結果、最終的に選別された 64 事象のうち、バックグラウンドを見積もることにより、 J/ψ 候補として $2.8 + 3.7 - 2.1$ 事象を得た。この値は、光子の中のグルーオン成分を与える 3通りのモデル (DG、LAC1、GRV) を用いたシミュレーションの結果と比較して、従来の実験結果に比較的近いとされる LAC1 の場合で 5 倍弱、他は十～数十倍となった。これらのモデルは最低次の反応のみを考慮したものであり、今回の測定で、光子のグルーオン成分にかかる高次 QCD の効果を、得られた統計の範囲内で測ることができた。

論文審査結果の要旨

電子・陽電子衝突型加速器実験では、その重心系エネルギーが高くなると、一光子過程より二光子過程の断面積が大きくなることが知られている。トリスタンより高エネルギーの電子・陽電子衝突型加速器実験LEP-I, LEP-IIでは、Z粒子生成やW粒子対生成が支配的で、二光子過程の研究には向かない。その意味でトリスタン実験での二光子過程の研究は世界的に特徴ある研究分野である。二光子過程の研究は、量子電磁力学(QED)の高次の項の研究として始められた。その後、光子の構造関数の研究が始まり、ハドロン生成による構造関数への寄与が研究され、ハドロンによる量子色力学(QCD)の研究に移行してきている。本研究では、二光子過程による J/ψ 粒子生成反応を取り出すことにより、その特殊性のために、QCDの高次効果が特に強調されることが期待されている。その高次効果を研究することが本論文の目的である。

本研究は高エネルギー加速器研究機構でのトリスタン実験ビーナス実験グループに参加し、取得されたデータを解析することによりなされた。重心系エネルギーは平均58GeV、積算ルミノシティは 357pb^{-1} であった。二光子過程を取り出すためのエネルギーカット、 J/ψ 粒子の電子と陽電子による再構成、バックグラウンドの除去を行い、 $2.8+3.8-2.1$ 事象の信号を得た。これは、いくつかのモデルのQCD最低次から期待される数よりも多く、この反応過程でのQCD高次の項の寄与と考えられる。

二光子過程による J/ψ 粒子生成反応の実験的測定は世界初であり、二光子過程によるハドロン生成反応の研究に新しい知見を加えた。モデルに対する問題提起とよりよい統計の実験的研究の必要性を提起した。

本論文の内容、論文発表会、参考論文を総合的に審査した結果、本論文は博士学位論文に値するものと認定する。